

2

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-320779

(43) 公開日 平成10年(1998)12月4日

(51) IntCl.⁶

G 1 1 B 7/00
7/007
19/04
20/10

識別記号

5 0 1

F I

G 1 1 B 7/00
7/007
19/04
20/10

Q

5 0 1 H
H

審査請求 未請求 請求項の数20 O L (全 22 頁)

(21) 出願番号 特願平10-34378

(22) 出願日 平成10年(1998)2月17日

(31) 優先権主張番号 特願平9-65219

(32) 優先日 平9(1997)3月19日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者 稲沢 克純

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

(72) 発明者 鈴木 忠男

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

(74) 代理人 弁理士 多田 繁範

(54) 【発明の名称】 記録装置、再生装置及び光記録媒体

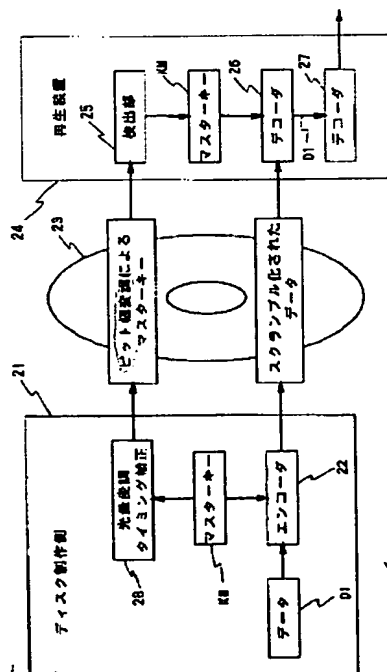
(57) 【要約】

【課題】記録装置、再生装置及び光記録媒体に関し、違法なコピーを防止できるようにする。

【解決手段】メインデータD1を暗号化するキーデータKMをレーザービームの光量を変化させることでビット幅方向に変調して光記録媒体23に記録し、さらにこのキーデータKMにより暗号化したメインデータD1を符号間干渉によるジッタを低減するようにタイミングを補正して記録する。

鍵情報をスクランブルされたコーダーデータと
異なる記録方法でディスク上に記録している。
スクランブルされたコーダーデータはビット長と
コードの間に情報を持たせているのに対し、
鍵情報はビット幅方向に変調して
情報を持たせている。

この発明は、鍵情報をビット幅方向に変調して記録するのに対し、
従来の発明は、コードの間に情報を持たせている方向に
鍵情報を記録している所が異なる。



20: 特許出願番号

【特許請求の範囲】

【請求項1】ランレングスハフマン符号化処理された記録データを光記録媒体に記録する記録装置において、前記記録データのエッジの変化パターンを検出するエッジ変化検出手段と、

前記エッジ変化検出手段で検出した変化パターンに応じて、再生時の符号間干渉により発生するジッタを低減するように、前記記録データのエッジのタイミングを補正するタイミング補正手段と、

前記タイミング補正手段で補正された記録データに基づいて前記光記録媒体に照射する光ビームの光量を制御する光量制御手段とを備え、所定のキーデータにより暗号化されたメインデータにより前記記録データを生成すると共に、前記キーデータに応じて前記光量制御手段を制御することを特徴とする記録装置。

【請求項2】前記エッジ変化検出手段は、前記記録データの立ち上がりエッジのタイミングを補正する立ち上がりエッジ検出手段と、前記記録データの立ち下がりエッジのタイミングを補正する立ち下がりエッジ検出手段とから構成されることを特徴とする請求項1に記載の記録装置。

【請求項3】前記タイミング補正手段は、複数の補正值データを蓄積した記憶手段と、所定の遅延時間により前記記録データを遅延させて、前記記録データのタイミングを変化させる遅延手段とを備え、

前記記録データの変化パターンに応じて、前記記憶手段より補正值データを選択的に前記遅延手段に出力し、前記補正值データに応じて前記遅延時間を設定することを特徴とする請求項1に記載の記録装置。

【請求項4】前記光量制御手段を間欠的に制御することにより前記光記録媒体上に放射状に広がるバーコード模様を形成することを特徴とする請求項2に記載の記録装置。

【請求項5】前記光記録媒体は、少なくとも2つの情報記録面を有し、前記記録装置は、一方の情報記録面に記録するキーデータと、他方の情報記録面に記録するキーデータとの論理演算によって算出されたキーデータに基づいて、一方の情報記録面に記録する前記メインデータを暗号化することを特徴とする請求項1に記載の記録装置。

【請求項6】前記光記録媒体は、少なくとも2つの情報記録面を有し、前記記録装置は、一方の情報記録面に記録するキーデータの一部に基づいてプリセットキーデータを発生するプリセットキーデータ発生手段と、前記プリセットキーデータ発生手段にて発生したプリセ

ットキーデータに基づいて第1の乱数を発生させる第1の乱数発生手段と、

前記一方の情報記録面に記録するキーデータと他方の情報記録面に記録するキーデータに基づいて第2の乱数を発生させる第2の乱数発生手段と、

前記第1の乱数及び第2の乱数に基づいて一方の情報記録面に記録するメインデータを暗号化するエンコーダとを有することを特徴とする請求項1に記載の記録装置。

【請求項7】前記キーデータによる暗号化を、前記光記録媒体に記録するメインデータのタイトルに対して実行することを特徴とする請求項1に記載の記録装置。

【請求項8】前記キーデータによる暗号化を、前記光記録媒体に記録する前記光記録媒体のタイトルに対して実行することを特徴とする請求項1に記載の記録装置。

【請求項9】暗号化されたメインデータが第1の再生信号レベルで記録されると共に、前記メインデータの暗号化を解くキーデータが前記第1の再生信号レベルとは異なる第2の再生信号レベルで記録された光記録媒体を再生する再生装置であって、

前記光記録媒体から再生された再生信号を所定のスライスレベルで2値化する2値化手段と、

前記再生信号から前記キーデータを検出するキー検出手段と、

前記2値化された再生信号より前記暗号化されたメインデータを復調する復調手段と、

前記キー検出手段にて検出されたキーデータにて、前記復調手段で復調したメインデータの暗号化を解除するエンコード手段とを備えることを特徴とする再生装置。

【請求項10】前記キー検出手段は、前記再生信号をデジタル信号に変換する変換手段と、前記2値化された再生信号からビット長を検出するビット長検出手段と、

前記ビット長検出手段にて検出したビット長が所定ビット長以上か否かを判別する判別手段と、

前記判別手段にて判別した所定ビット長以上のビットに対して、前記デジタル信号より再生信号レベルを検出する再生信号レベル検出手段とを有し、

前記再生信号レベル検出手段にて検出した前記再生信号レベルに基づいて、前記キーデータを検出することを特徴とする請求項9に記載の再生装置。

【請求項11】前記キーデータを、前記光記録媒体のリードインエリアより検出することを特徴とする請求項9に記載の再生装置。

【請求項12】前記光記録媒体は、少なくとも2つの情報記録面を有し、

前記再生装置は、一方の情報記録面より検出したキーデータと、他方の情報記録面より検出したキーデータとに基づいた論理演算によって算出したキーデータに基づいて、一方の情報記録面に記録されたメインデータの暗号化を解除するこ

とを特徴とする請求項9に記載の再生装置。

【請求項13】前記キーデータによる前記メインデータの暗号化の解除を、前記光記録媒体に記録されたメインデータのタイトルに対して実行することを特徴とする請求項9に記載の再生装置。

【請求項14】前記キーデータによる前記メインデータの暗号化の解除を、前記光記録媒体に記録された前記光記録媒体のタイトルに対して実行することを特徴とする請求項9に記載の再生装置。

【請求項15】ランレングスハフマン符号化処理されたデータが所定の基準周期にて、ビット及びランド、又はマーク及びスペースの形態で形成された光記録媒体において、

前記ビット、ランド、マーク又はスペースの幅によりキーデータが記録され、

前記ビット又はマークの長さ及び間隔により前記キーデータで暗号化されたメインデータが記録されたことを特徴とする光記録媒体。

【請求項16】前記キーデータは、前記光記録媒体のリードインエリアに記録されたことを特徴とする請求項15に記載の光記録媒体。

【請求項17】前記キーデータによる暗号化が、前記光記録媒体に記録されるメインデータのタイトルに対して実行されたことを特徴とする請求項15に記載の光記録媒体。

【請求項18】前記キーデータによる暗号化が、前記光記録媒体に記録される前記光記録媒体のタイトルに対して実行されたことを特徴とする請求項15に記載の光記録媒体。

【請求項19】少なくとも2つの情報記録面を有し、一方の情報記録面に記録されたキーデータと他方の情報記録面に記録されたキーデータに基づいた論理演算によって計算されたキーデータに基づいて、一方の情報記録面に記録されたメインデータが暗号化されたことを特徴とする請求項15に記載の光記録媒体。

【請求項20】少なくとも2つの情報記録面を有し、一方の情報記録面に記録されたメインデータは、 44.1 [kHz] でサンプリングされてマルチビットで量子化されたデジタルオーディオ信号であり、他方の情報記録面に記録されたメインデータは、 $44.1\text{ [kHz]} \times n$ (n は、2より大きな整数)でサンプリングされて1ビットで量子化されたデジタルオーディオ信号であることを特徴とする請求項15に記載の光記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、記録装置、再生装置及び光記録媒体に関し、例えば映像信号等を記録する光ディスクと、その記録装置、再生装置に適用することができる。本発明は、メインデータを暗号化するキーデ

ータをレーザービームの光量を変化させることでビット幅方向に変調して光記録媒体に記録し、さらにこのキーデータにより暗号化したメインデータを符号間干渉によるジッタを低減するようにタイミングを補正して記録することにより、不正コピーによる光記録媒体の複製を防止する。

【0002】

【従来の技術】従来、例えばこの種の光情報記録媒体となるコンパクトディスクにおいては、記録データに対してEFM (Eight-to-Fourteen Modulation) 変調することにより、所定の基本周期Tに対して、周期 $3T \sim 11T$ のビット列が形成され、これによりオーディオデータ等が記録されるようになっている。

【0003】このコンパクトディスクを再生するコンパクトディスクプレイヤーは、コンパクトディスクにレーザービームを照射して戻り光を受光することにより、この戻り光の光量に応じて信号レベルが変化する再生信号を得、この再生信号を所定のスライスレベルにより2値化して2値化信号を生成する。さらにこの2値化信号よりPLL回路を駆動して再生クロックを生成すると共に、この再生クロックにより2値化信号を順次ラッチし、これによりコンパクトディスクに形成されたビット列に対応して周期 $3T \sim 11T$ で変化する再生データを生成する。

【0004】コンパクトディスクプレイヤーは、このようにして生成した再生データを記録時のデータ処理に対応するデータ処理により復号し、コンパクトディスクに記録されたオーディオデータ等を再生するようになっている。

【0005】このようにして光情報の記録媒体を介してオーディオデータ等を伝送する伝送システムにおいては、違法なコピーを有効に回避するために、例えば図18又は図19に示すようなコピー防止システムが提案されている。

【0006】すなわち図18に示すコピー防止システム1は、ディスク制作側2のエンコーダ3において、記録に供するデータD1をマスターキーKMによりスクランブル処理し、このスクランブル処理したデータを光ディスク5に記録する。また再生装置6のデコーダ7において、光ディスクより再生した再生データを例えばディスク制作側と共通のマスターキーKMによりデスクランブル処理し、このデスクランブル処理したデータをMP E G等のデコーダ8で処理する。これによりこのコピー防止システム1は、事前に取り決めた再生側と共通のマスターキーKMを用いて記録に供するデータD1を暗号化して、違法なコピーを防止する。

【0007】また図19に示すコピー防止システム10は、マスターキーMK、光ディスク11に固有のディスクキーKD、各著作物に固有のタイトルキーKTによりデータD1を暗号化する。すなわちディスク制作側12

は、エンコーダ13において、マスターキーKMによりディスクキーKDをスクランブル処理し、このスクランブル処理したディスクキーKDを光ディスク11に記録する。またエンコーダ14において、スクランブル処理したディスクキーKDによりタイトルキーKTをスクランブル処理し、このスクランブル処理したタイトルKTを光ディスク11に記録する。

【0008】さらにディスク制作側12は、エンコーダ15において、スクランブル処理したタイトルKTにより記録に供するデータD1をスクランブル処理し、光ディスク11に記録する。これによりディスク制作側12は、マスターキーKMを基準にしてデータD1を多重にスクランブル処理して光ディスク11に記録する。

【0009】これに対して再生装置16は、デコーダ17において、スクランブル処理したディスクキーKDをマスターキーKMによりデスクランブル処理し、ディスクキーKDを復号する。さらにデコーダ18において、スクランブル処理したタイトルキーKTをディスクキーKDによりデスクランブル処理し、続くデコーダ19において、このディスクキーKDによりデータD1をデスクランブル処理する。

【0010】これによりこのコピー防止システム10は、ディスク制作者、著作物の作成者の立場を加味して違法なコピーを防止するようになされている。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】ところで違法コピーには、2つの種類があると考えられる。その1つは、マスターキー等を解読することにより、この解読結果に基づいて、海賊盤であっても再生装置で再生可能に光ディスクを制作する方法である。また残る1つは、正規の光ディスクに形成されたビット形状を物理的にコピーする方法である。

【0012】マスターキー等によるコピー防止システムにおいては、この前者の違法行為については、マスターキー等の解読を困難にする等により対応できるものの、一旦、マスターキー等が解読されると、何ら海賊盤を排除できない欠点がある。また後者の違法コピーに対しては、何ら対応できない欠点がある。

【0013】本発明は以上の点を考慮してなされたもので、違法なコピーを防止することができる記録装置、再生装置及び光記録媒体を提案しようとするものである。

【0014】

【課題を解決するための手段】かかる課題を解決するため本発明においては、記録装置に適用して、再生時の符号間干渉により発生するジッタを低減するようにタイミングを補正して光記録媒体に照射する光ビームの光量を制御するようにし、所定のキーデータにより暗号化されたメインデータによりこの記録データを生成すると共に、このキーデータに応じて光ビームの光量を制御する光量制御手段を制御する。

【0015】また再生装置に適用して、再生信号を所定のスライスレベルで2値化して暗号化されたメインデータを復調し、またこの再生信号から検出したキーデータによりメインデータの暗号化を解除する。

【0016】またランレングスハフマン符号化処理されたデータが記録された光記録媒体に適用して、ビット、ランド、マーク又はスペースの幅によりキーデータが記録され、ビット及びランド、又はマーク及びスペースの長さ及び間隔によりキーデータで暗号化されたメインデータが記録されるようにする。

【0017】符号間干渉により発生するジッタを低減するようにタイミングを補正して光記録媒体に照射する光ビームの光量を制御するようにし、所定のキーデータで暗号化されたメインデータによりこの記録データを生成すると共に、このキーデータに応じて光ビームの光量を制御する光量制御手段を制御すれば、キーデータに応じた光量の制御によりビット又はマークの幅が相違する場合でも、メインデータを確実に再生できるように、メインデータを記録することができる。

【0018】これに対して、物理的にビット形状をコピーした場合においては、ビット幅等の相違、補正されたタイミングを正しくコピーすることが困難で、これによりキーデータ、メインデータを正しく再生することが困難になる。従ってこのようなコピーによる媒体を再生側で排除することができる。またビット幅により記録するキーデータを適宜変更する等により、キーデータを解析して実行される違法コピーについては対応することができる。

【0019】従って再生装置に適用して、再生信号を所定のスライスレベルで2値化して暗号化されたメインデータを復調し、またこの再生信号から検出したキーデータによりメインデータの暗号化を解除すれば、このようにして記録した光記録媒体よりキーデータを正しく再生してメインデータの暗号化を解除することができる。

【0020】

【発明の実施の形態】以下、適宜図面を参照しながら本発明の実施の形態を詳述する。

【0021】図1は、本発明の第1の実施の形態に係る情報伝送経路を示すブロック図である。この情報伝送経路20では、ディスク制作側21のエンコーダ22において、伝送するデータD1をマスターキーKMによりスクランブル処理し、このスクランブル処理したデータを光ディスク23に記録する。このときディスク制作側21においては、光ディスク23のビット長、ビット間隔によりこのスクランブル化したデータを記録する。なおここで伝送するデータD1は、MPEG (Moving Picture Experts Group) のフォーマットによりデータ圧縮されたビデオデータ、オーディオデータ、又は $\Sigma\Delta$ 変調によって1ビットデジタル信号に変換されたオーディオデータである。

【0022】さらにディスク制作側21においては、光変調タイミング補正回路28にて光ディスク23に照射するレーザービームの光量をマスターキーKMを基準にした光量変調により間欠的に変化させ、これによりビット幅を変調してマスターキーKMを記録する。さらにこのときディスク制作側21においては、レーザービーム照射のタイミングを補正することにより、ビット長さ方向について、光量変調により変化するエッジ位置を補正し、記録したデータを確実に再生できるようにする。

【0023】これに対応して再生装置24側では、検出部25により再生信号の振幅を検出してマスターキーKMを復調し、デコーダ26において、このマスターキーKMにより再生データをデスクランブル処理する。その後再生装置24では、デコーダ27によりデスクランブル処理されたデータD1を処理する。

【0024】図2は、このディスク制作側21で 사용되는光ディスク記録装置を示すブロック図である。ディスク制作側21では、この光ディスク記録装置30によりディスク原盤31を露光して例えばMP EGフォーマットのデータD1を記録する。光ディスクの制作側21では、このディスク原盤31を現像した後、電鍍処理することにより、マザーディスクを作成し、このマザーディスクよりスタンパーを作成する。さらに光ディスクの制作側21では、このようにして作成したスタンパーよりディスク状基板を作成し、このディスク状基板に反射膜、保護膜を形成して光ディスクを作成する。

【0025】すなわちこの光ディスク記録装置30において、スピンドルモータ32は、ディスク原盤31を回転駆動し、底部に保持したFG信号発生器より、所定の回転角毎に信号レベルが立ち上がるFG信号FGを出力する。スピンドルサーボ回路33は、ディスク原盤31の露光位置に応じて、このFG信号FGの周波数が所定周波数になるようにスピンドルモータ32を駆動し、これによりディスク原盤31を線速度一定の条件により回転駆動する。

【0026】記録用レーザー34は、ガスレーザー等により構成され、ディスク原盤露光用のレーザービームLを射出する。光変調器35は、電気音響光学素子で構成され、制御信号SC1に応じてレーザービームLの光量を切り換えて出力する。これにより光変調器35は、制御信号SC1に応じてレーザービームLの光量を変調する。

【0027】光変調器36は、電気音響光学素子で構成され、このレーザービームLを変調信号S1によりオンオフ制御して射出する。ミラー37は、このレーザービームLの光路を折り曲げてディスク原盤31に向けて射出し、対物レンズ38は、このミラー37の反射光をディスク原盤31に集光する。これらミラー37及び対物レンズ38は、図示しないスレッド機構により、ディスク原盤31の回転に同期してディスク原盤31の外周方

向に順次移動し、これによりレーザービームLによる露光位置を順次ディスク原盤31の外周方向に変位させる。

【0028】これによりこの光ディスク記録装置30では、ディスク原盤31を回転駆動した状態で、ミラー37及び対物レンズ38の移動によりらせん状にトラックを形成し、このトラックに変調信号S1に対応して順次ビットを形成する。さらにこのとき制御信号SC1に応じてビット幅を変化させる。

【0029】デコーダ40は、図示しないコントローラによりマスターキーKMのデータがセットされ、このマスターキーKMのデータを基準にして、順次記録に供するデータD1をスクランブル処理して出力する。変調回路41は、光ディスクのリードインエリアに対応する領域にレーザービームを照射する期間の間、コントローラより出力されるTOC等のデータ列をRL L (Run Length Limited) 変調して出力する。さらに変調回路41は、このTOC (Table Of Contents) 等のデータ列に続いて、光ディスクのユーザーエリアに対応する領域にレーザービームを照射する期間の間、デコーダ40より出力されるスクランブルデータを変調して出力する。

【0030】このとき変調回路41は、所定のデータ処理フォーマットに従って、これらのデータに誤り訂正符号を付加した後、インターリーブ処理する。さらにこのようにして処理したデータ列をシリアルデータ列に変換し、このシリアルデータ列のビット配列に応じて、基本周期Tの整数倍の周期で信号レベルが変化する変調信号S2を出力する。

【0031】エッジ位置補正回路42A及び42Bは、変調信号S2の変化パターンを検出し、この変化パターンに応じて再生時の符号間干渉を低減するように、変調信号S2のタイミングを補正し、そのタイミング補正結果でなる変調信号S1A及びS1Bを出力する。このときエッジ位置補正回路42Aは、光変調器35より出力される高レベル(100〔%〕の光量)のレーザービームに対応する変調信号S1Aを出力するのに対し、エッジ位置補正回路42Bは、光変調器35より出力される低レベル(85〔%〕の光量)のレーザービームに対応する変調信号S1Bを出力する。

【0032】CRC回路43は、マスターキーのデータKMに誤り訂正符号を付加して出力する。このときCRC回路43は、ビット形成周期に比して十分に長い周期(数百～数千ビット周期)により、マスターキーのデータKM及び誤り訂正符号を出力する。さらに順次循環的に繰り返しマスターキーのデータKM及び誤り訂正符号を出力する。

【0033】PE変調回路(PE)44は、このCRC回路43の出力データをPE (Phase Ecode) 変調してシリアルデータ列により出力する。レベル切り換え回路45は、リードインエリアに対応する領域にレーザービ

ームを照射している期間の間、PE変調回路44の出力データD3に応じて制御信号SC1の信号レベルを切り換え制御するのに対し、他の領域では、レーザービームLの光量を高レベルに保持するように、制御信号SC1の信号レベルを一定値に保持する。

【0034】これによりレベル切り換え回路45は、マスターキーKMに応じてレーザービームLの光量を変調し、この光量の変調によりディスク原盤31に形成するビット幅を変調する。これにより光ディスク記録装置30では、ビット幅によりキーデータKMを記録するようになされている。

【0035】データセクタ46は、制御信号SC1に応じて、エッジ位置補正回路42A及び42Bから出力される変調信号S1A及びS1Bを光変調器36に選択出力する。これによりデータセクタ46は、レベル切り換え回路45によりレーザービームLの光量が低レベルに設定されている期間の間、エッジ位置補正回路42Aより出力される変調信号S1Aから、エッジ位置補正回路42Bより出力される変調信号S1Bに切り換えて光変調器36に選択出力する。これにより光ディスク記録装置30では、ビット幅の変調に伴って変化するビット長の変化を変調信号S1A及びS1Bの切り換えにより補正するようになされている。

【0036】図3は、このエッジ位置補正回路42Aを示すブロック図である。なおエッジ位置補正回路42Bは、立ち上がりエッジ補正回路50A及び50Bに格納する補正データが異なる以外、エッジ位置補正回路42Aと同一でなることにより、重複した説明は省略する。

【0037】エッジ位置補正回路42Aにおいて、レベル変換回路51は、変調信号S2の信号レベルを出力振幅が5[V]でなるTTL (Transistor Transistor Logic) レベルに補正して出力する。PLL (Phase Locked Loop) 回路52は、図4に示すように、レベル変換回路51より出力される変調信号S3 (図4(A))よりクロックCK (図4(B))を生成して出力する。変調信号S2においては、基本周期Tの整数倍の周期で信号レベルが変化することにより、PLL回路52は、この変調信号S2に同期した基本周期Tにより信号レベルが変化するクロックCKを生成する。

【0038】立ち上がりエッジ補正回路50Aは、図5に示すように、クロックCKで動作する13個のラッチ回路53A~53Mを直列に接続し、この直列回路にレベル変換回路51の出力信号S3を入力する。これにより立ち上がりエッジ補正回路50Aは、レベル変換回路51の出力信号S3をクロックCKのタイミングによりサンプリングし、連続する13点のサンプリング結果より、変調信号S2の変化パターンを検出する。すなわち、例えば「0001111000001」のラッチ出力が得られた場合、長さ5Tのスペースに続いて長さ4Tのビットが連続する変化パターンと判断することができる。同様に

「0011111000001」のラッチ出力が得られた場合、長さ5Tのスペースに続いて長さ5Tのビットが連続する変化パターンと判断することができる。

【0039】補正值テーブル54は、複数の補正データを格納したリードオンリメモリで形成され、ラッチ回路53A~53Mのラッチ出力をアドレスにして、変調信号S3の変化パターンに対応する補正值データDFを出力する。モノステーブルマルチバイブレータ(MM)55は、直列接続された13個の中央のラッチ回路53Gよりラッチ出力の入力を受け、このラッチ出力の立ち上がりのタイミングを基準にして、所定期間の間(周期3Tより十分に短い期間)、信号レベルが立ち上がる立ち上がりパルス信号を出力する。

【0040】遅延回路56は、12段のタップ出力を有し、各タップ間の遅延時間差がこのエッジ位置補正回路42Aにおける変調信号のタイミング補正の分解能に設定される。遅延回路56は、モノステーブルマルチバイブレータ55より出力される立ち上がりパルス信号を順次遅延して各タップより出力する。セクタ57は、補正值データDFに従って遅延回路56のタップ出力を選択出力し、これにより補正值データDFに応じて遅延時間の変化してなる立ち上がりパルス信号SS (図4

(D))を選択出力する。

【0041】これにより立ち上がりエッジ補正回路50Aは、変調信号S3の信号レベルの立ち上がりに対応して信号レベルが立ち上がり、かつ変調信号S3に対する各立ち上がりエッジの遅延時間 $\Delta r(3, 3)$ 、 $\Delta r(4, 3)$ 、 $\Delta r(3, 4)$ 、 $\Delta r(5, 3)$ 、……が、変調信号S3の変化パターンに応じて変化する立ち上がりエッジ信号SSを生成する。

【0042】なおこの図4においては、変調信号S3の変化パターンを、クロックCKの1周期を単位としたビット長pと、ビット間隔bとにより表し、立ち上がりエッジに対する遅延時間を $\Delta r(p, b)$ により示す。従ってこの図4(D)において、2番目に記述された遅延時間 $\Delta r(4, 3)$ は、長さ4クロックのビットの前に、3クロックのブランクがある場合の遅延時間である。これにより補正值テーブル54には、これらp及びbの全ての組合せに対応する補正值データDFが格納されていることになる。

【0043】かくするにつき光ディスクでは、変調信号S3に応じてレーザービームLが照射されてビットが形成されることにより、立ち上がりエッジ補正回路50Aは、基本周期Tを単位にした周期12Tの範囲について、光ディスクに形成されるビットのパターンを検出し、このパターンに応じて立ち上がりエッジ信号SSを生成することになる。

【0044】立ち下がりエッジ補正回路50Bは、モノステーブルマルチバイブレータ55がラッチ出力の立ち下がりエッジを基準にして動作することと、補正值テー

ブル54の内容が異なることを除いて、立ち上がりエッジ補正回路50Aと同一に構成される。

【0045】これにより立ち下がりエッジ補正回路50Bは、変調信号S2の信号レベルの立ち下がりに対応して信号レベルが立ち上がり、かつ変調信号S2に対する各立ち上がりエッジの遅延時間 $\Delta f(3, 3)$ 、 $\Delta f(4, 4)$ 、 $\Delta f(3, 3)$ 、 $\Delta f(5, 4)$ 、……が変調信号S2の変化パターンに応じて変化する立ち下がりエッジ信号SR(図4(C))を生成する。なおこの図4においては、立ち上がりエッジに対する遅延時間と同様に、ビット長pと、ビット間隔bとにより、立ち下がりエッジに対する遅延時間を $\Delta f(p, b)$ で示す。

【0046】かくするにつき立ち下がりエッジ補正回路50Bにおいては、基本周期Tを単位にした周期12Tの範囲について、光ディスクに形成されるビットのパターンを検出し、このパターンに応じてレーザービームの照射終了のタイミングでなる変調信号S2の立ち下がりエッジのタイミングを補正して、立ち下がりエッジ信号SRを生成するようになされている。

【0047】フリップフロップ(F/F)59(図3)は、エッジ補正回路50A及び50Bで生成された立ち上がりエッジ信号SS及び立ち下がりエッジ信号SRを合成して出力する。すなわちフリップフロップ59は、立ち上がりエッジ信号SS及び立ち下がりエッジ信号SRをそれぞれセット端子S、リセット端子Rに入力し、これにより立ち上がりエッジ信号SSの信号レベルの立ち上がりで信号レベルが立ち上がった後、立ち下がりエッジ信号SRの信号レベルの立ち上がりで信号レベルが立ち下がる変調信号S5を生成する。レベル逆変換回路60は、出力振幅がTTLレベルでなるこの変調信号S5の信号レベルを補正し、元の出力振幅により出力する。

【0048】これにより変調信号S2は、立ち上がりエッジ及び立ち下がりエッジのタイミングが前後のビット及びランドの長さに応じて補正されて出力され、これに対応してディスク原盤31に対してレーザービームLを照射するタイミングも、前後のビット及びランドの長さに対応して補正される。

【0049】これにより光ディスク記録装置30では、再生時、符号間干渉により発生するジッタを低減するように、各ビットの前エッジ及び後エッジの位置を補正する。またそれぞれ記録用レーザービームLの光量に対応したエッジ位置補正回路42A及び42Bにより、レーザービームLの光量を立ち下げた場合でも、再生信号を一定のしきい値により判別して、ビット長、ビット間隔により記録したデータD1を確実に再生できるように、各ビットの前エッジ及び後エッジの位置を補正する。

【0050】図6は、このようにしてエッジのタイミング補正に使用される補正值テーブル54の生成の説明に供する工程図である。光ディスク記録装置30では、こ

の補正值テーブル54を適切に設定することにより、ビット長、前後のブランク長が変化した場合でも、クロックCKに同期した正しいタイミングで再生信号が所定のスライスレベルを横切るようにする。

【0051】なお補正值テーブル54は、エッジ位置補正回路42A及び42Bの各立ち上がりエッジ補正回路50A及び立ち下がりエッジ補正回路50Bに設定されるが、生成の条件が異なる以外、何れも生成方法は同一であるので、ここでは立ち上がりエッジ補正回路50Aについて説明する。

【0052】この工程においては、光ディスク記録装置30により評価用のディスク原盤を作成し、このディスク原盤より作成される光ディスクの再生結果に基づいて、補正值テーブルを設定する。

【0053】ここでこの評価用のディスク原盤作成時において、光ディスク記録装置30には、評価基準用の補正值テーブル54が設定される。この評価基準の補正值テーブル54は、セクタ57(図5)において、常に遅延回路56のセンタータップ出力を選択出力するように、補正值データDFが設定されて形成される。これによりこの工程では、変調信号S3で直接光変調器36を駆動した場合と同一の条件により、すなわち通常の光ディスク作成工程と同一の条件によりディスク原盤31を露光する。

【0054】この工程では、このようにして露光したディスク原盤31を現像した後、電鍍処理してマザーディスクを作成し、このマザーディスクよりスタンパー62を作成する。さらにこのスタンパー62より通常の光ディスク作成工程と同様に、光ディスク63を作成する。

【0055】再生装置64は、このようにして作成した評価用の光ディスク63を再生する。このとき再生装置64は、コンピュータ65により制御されて動作を切り換え、光ディスク63より得られる戻り光の光量に応じて信号レベルが変化する再生信号RFを内蔵の信号処理回路よりデジタルオシロスコープ66に出力する。かくするにつき、この光ディスク63は、レーザービームLの光量の切り換えに伴ってビット幅が変化してことにより、デジタルオシロスコープ66で再生信号RFを観察すると、ビットに対応する部分で再生信号の振幅が変化して観察される。ちなみに図7及び図8は、それぞれレーザービームの光量を高レベル及び低レベルにより照射した場合における再生信号RFの信号波形を示し、レーザービームの光量に応じて振幅がW2よりW1に増大することがわかる。

【0056】また再生信号RFは、ビット幅の変化に伴ってビットの前エッジ、後エッジが変化していることにより、振幅の変化に伴って大きなジッタが観察され、アシンメトリーも大きく変化することになる。さらにユーザーエリア等の高レベルのレーザービームによりビットを形成した部分においても、前後のビットからの符号間

干渉によるジッタが観察されことになる。

【0057】ディジタルオシロスコープ66は、コンピュータ65により制御されて動作を切り換え、チャンネルクロックの20倍のサンプリング周波数でこの再生信号RFをアナログディジタル変換処理し、その結果得られるディジタル信号をコンピュータ65に出力する。

【0058】コンピュータ65は、ディジタルオシロスコープ66の動作を制御する共に、ディジタルオシロスコープ66より出力されるディジタル信号を信号処理し、これにより補正值データDFを順次計算する。さらにコンピュータ65は、ROMライター67を駆動して、計算した補正值データDFを順次リードオンリメモリに格納し、これにより補正值テーブル54を形成する。この工程では、この補正值テーブル54により最終的に光ディスクを製造する。

【0059】図9は、このコンピュータ65における処理手順を示すフローチャートである。この処理手順において、コンピュータ65は、ステップSP1からステップSP2に移り、ジッタ検出結果 $\Delta r(p, b)$ 、ジッタ計測回数 $n(p, b)$ を値0に初期化する。ここでコンピュータ65は、ジッタ検出対象となるエッジの前後について、ビット長 p 、ビット間隔 b の組合せ毎に、ジッタ検出結果 $\Delta r(p, b)$ を算出し、またジッタ計測回数 $n(p, b)$ をカウントする。このためコンピュータ65は、ステップSP2において、これら全てのジッタ検出結果 $\Delta r(p, b)$ 、ジッタ計測回数 $n(p, b)$ を初期値にセットする。

【0060】続いてコンピュータ65は、ステップSP3に移り、ディジタルオシロスコープ66より出力されるディジタル信号を所定のスライスレベルと比較することにより、再生信号RFを2値化してなるディジタル2値化信号を生成する。なおコンピュータ65は、この処理において、スライスレベル以上が値1、スライスレベルに満たない部分では値0となるように、ディジタル信号を2値化する。

【0061】続いてコンピュータ65は、ステップSP4に移り、このディジタル信号でなる2値化信号より再生クロックを生成する。ここでコンピュータ65は、2値化信号を基準にして演算処理によりPLL回路の動作をシュミレーションし、これにより再生クロックを生成する。

【0062】さらにコンピュータ65は、続くステップSP5において、このようにして生成した再生クロックの各立ち上がりエッジのタイミングで、2値化信号をサンプリングし、これにより変調信号を復号する（以下復号したこの変調信号を復号信号と呼ぶ）。

【0063】続いてコンピュータ65は、ステップSP6に移り、2値化信号の立ち上がりエッジの時点から、このエッジに最も近接した再生クロックの立ち下りの時点までの時間差 e を検出し、これによりこのエッジに

おけるジッタを時間計測する。続いてコンピュータ65は、ステップSP7において、ステップSP6で時間計測したエッジについて、復号信号より前後のビット長 p 及びビット間隔 b を検出する。

【0064】コンピュータ65は、続いてステップSP8において、前後のビット長 p 及びビット間隔 b に対応するジッタ検出結果 $\Delta r(p, b)$ に対して、ステップSP6において検出した時間差 e を加算し、また対応するジッタ計測回数 $n(p, b)$ を値1だけインクリメントする。続いてコンピュータ65は、ステップSP9に移り、全ての立ち上がりエッジについて、時間計測を完了したか否かを判断し、ここで否定結果が得られると、ステップSP5に戻る。

【0065】これによりコンピュータ65は、ステップSP5-SP6-SP7-SP8-SP9-SP5の処理手順を繰り返す。再生信号RFに表れる変化パターン毎に、時間計測したジッタ検出結果を累積加算し、また加算数をカウントする。なおこの変化パターンは、立ち上がりエッジ補正回路50Aにおけるラッチ回路53A～53Mの段数に対応するように、ジッタ検出対象のエッジより基本周期 T を基準にした前後6サンプルの期間（全体で周期 $12T$ の期間）により分類される。

【0066】このようにして全てのエッジについて、ジッタの時間計測を完了すると、コンピュータ65は、ステップSP9において肯定結果が得られることにより、ステップSP10に移り、ここで再生信号RFに表れる変化パターン毎に、時間計測したジッタ検出結果を平均値化する。すなわちステップSP6において検出されるジッタにおいては、ノイズの影響を受けていることにより、コンピュータ65は、このようにしてジッタ検出結果を平均値化し、ジッタの測定精度を向上する。

【0067】コンピュータ65は、このようにしてジッタ検出結果を平均値化すると、続いてステップSP11に移り、この検出結果より、各変化パターン毎にそれぞれ補正值データDFを生成し、各補正值データDFをROMライター67に出力する。ここでこの補正值データDFは、遅延回路56におけるタップ間の遅延時間差を τ とにおいて、次式の演算処理を実行して算出される。

【0068】

【数1】

$$Hr1(p, b) = \frac{-a \cdot \Delta r(p, b)}{\tau} + Hr0(p, b) \dots (1)$$

【0069】なおここで $Hr1(p, b)$ は、補正值データDFにより選択される遅延回路56のタップであり、値0の場合がセンタータップである。また $Hr0(p, b)$ は、初期値でなる補正值データDFにより選択される遅延回路56のタップであり、この実施の形態において、 $Hr0(p, b)$ は、値0に設定されていることになる。また a は定数である。ここでこの実施の形態において、 a は1以下の値（例えば0.7など）に設

定され、これによりノイズなどの影響があっても、確実に補正值データを収束させることができるようになっている。

【0070】コンピュータ65は、デジタルオシロスコープ66を介して検出される再生信号RFの信号レベルを基準にして、レーザービームLの光量を立ち下げた場合と、通常的光量の場合とでそれぞれ上述した補正值データの生成処理を実行し、これによりレーザービームLの光量を立ち下げた場合でも、通常のスライスレベルにより再生信号RFを2値化して、正しいタイミングにより2値化信号を生成できるように補正值データを生成する。

【0071】コンピュータ65は、このようにして生成した補正值データDFをROMライター67に格納すると、ステップSP12に移ってこの処理手順を終了する。続いてコンピュータ65は、同様の処理手順をデジタル2値化信号の立ち下がりエッジについて実行し、これにより補正值テーブル54を完成する。

【0072】図10は、このようにして製造された光ディスクの再生装置を示すブロック図である。この再生装置70は、光ディスクHをスピンドルモータMにより回転駆動し、この状態で光ピックアップPにより波長780[nm]のレーザービームを照射する。さらに再生装置70は、このレーザービームの戻り光を光ピックアップPで受光し、この戻り光の光量に応じて信号レベルが変化する再生信号RFを生成する。

【0073】増幅回路71は、この再生信号RFを増幅した後、波形等化して出力する。2値化回路72は、この増幅回路71より出力される再生信号RFを受け、所定のしきい値により再生信号RFの信号レベルを識別して2値化信号S7を出力する。PLL回路73は、この2値化信号S7を基準にして再生クロック(チャンネルクロック)CKを生成して出力する。

【0074】ここで再生信号RFは、光ディスク制作側において、各種ビット形成のパターンに応じてレーザービーム照射のタイミングが補正されて、各ビットの前エッジ及び後エッジのタイミングが補正されてなることにより、極めて小さなジッタにより再生される。さらにリードインエリアHRにおいては、間欠的にレーザービームの光量を立ち下げてビット幅を変調したことにより、間欠的に振幅が増大することになる。さらにこのレーザービームの光量の増大に対応してレーザービーム照射のタイミングが補正されて、このようにレーザービームの光量を立ち下げた部分においても、各ビットの前エッジ及び後エッジのタイミングが補正されてなることにより、他の部分と等しいアシンメトリーにより再生される。

【0075】これにより2値化回路72においては、記録時における基本周期Tに対応した正しいタイミングにより2値化信号S7を生成し、またPLL回路73にお

いては、ジッタの極めて少ない再生クロックCKを生成して出力する。

【0076】復調回路74は、再生クロックCKを基準にして2値化信号を順次ラッチすることにより再生データを生成する。さらに復調回路74は、この再生データを復調して出力する。サーボ回路75は、この再生データより、レーザービーム照射位置のアドレスを検出し、このアドレス検出結果に基づいて光ピックアップPをシークさせる。なおサーボ回路75は、さらにクロックCKを基準にしてスピンドルモータMをスピンドル制御し、これにより光ディスクHを線速度一定の条件により回転駆動する。またシステム制御回路76の制御により所定のシーク機構を制御し、光ピックアップPをシークさせる。

【0077】ECCデコーダ77は、復調回路74より出力される再生データを取り込んでランダムアクセスメモリ(RAM)78に保持した後、所定順序で読み出すことにより、この再生データをデインターリーブ処理する。さらにECCデコーダ77は、この再生データを誤り訂正処理して出力する。

【0078】マスターキー検出回路79は、再生信号RFの振幅よりマスターキーのデータMKと、その誤り訂正符号を再生する。すなわち図11に示すように、マスターキー検出回路79は、ビット検出回路81において、周期6T以上のビット(周期6T～周期11Tのビット)を検出する。ここで周期6T以上のビットは、ディスク原盤露光時におけるレーザーの光量が再生信号に正しく反映されるビットであり、再生光学系におけるMTF(Modulation Transfer Function)より判断される。

【0079】ビット検出回路81は、直列接続した10段のラッチ回路80A～80Jに2値化信号S7を入力し、この2値化信号を再生クロックCKにより順次転送する。アンド回路82A～82Fは、所定の入力端が反転入力端に設定され、ラッチ回路80A～80Jのラッチ出力を入力し、それぞれ周期6T、7T、8T、……のビットに対応してラッチ回路80A～80Jのラッチ出力が値1又は値0にセットされると、出力信号の論理レベルを立ち上げる。オア回路83は、アンド回路82A～82Fの出力信号を受け、その論理和信号を出力する。これによりビット検出回路81は、周期6T～周期11Tのビットを検出する。

【0080】マスターキー検出回路79は、再生信号RFをアナログデジタル変換処理するアナログデジタル変換回路(A/D)85と、アナログデジタル変換回路95から出力されるデジタル再生信号DRFを遅延する遅延回路86と、ビット検出回路81とから構成される。

【0081】ラッチ回路87は、ビット検出回路81の検出結果に基づいてデジタル再生信号DRFをラッチ

し、これにより周期 $6T$ 以上のビットについて、そのビットのほぼ中央より戻り光が得られるタイミングで、再生信号 RF の振幅を検出する。デジタルアナログ変換回路88は、このデジタル再生信号 DRF のデジタルアナログ変換処理する。PE復調回路89は、デジタルアナログ変換回路88の出力信号を2値化して2値化信号を生成し、この2値化信号よりクロックを検出する。さらにPE復調回路89は、このクロックを基準にして2値化信号を処理することにより、元のマスターキー KM のデータ及び誤り訂正符号を復調する。PE復調回路89は、再生したマスターキー KM のデータを誤り訂正処理して出力する。

【0082】これによりマスターキー検出回路79は、光ディスクHの再生開始時、リードインエリアに繰り返し記録されたマスターキー KM のデータを再生してデコーダ91に出力する(図10)。

【0083】デコーダ91は、このマスターキーのデータ KM を基準にして、ユーザーエリアにおいてECCデコーダ77より出力される再生データをデスクランブル処理し、これにより暗号化した再生データを復号する。続くデコーダ92は、MPEGのフォーマットに従って、デコーダ91の出力データをデコードして出力する。

【0084】以上の構成において、光ディスク記録装置30においては(図2、図3、図5)、エッジ位置補正回路42A及び42Bにおける補正值テーブル54を初期値に設定して、従来の光ディスクの作成条件と同一の条件により評価用のディスク原盤31が作成され、このディスク原盤31より評価用の光ディスク63が作成される(図6)。

【0085】この評価用の光ディスク63は、基本周期 T の整数倍の周期で信号レベルが変化する変調信号によりレーザービーム L がオンオフ制御されてディスク原盤31が順次露光され、これによりビット長及びビット間隔により入力データ $D1$ が記録される。またリードインエリアにおいて、マスターキー KM のデータに基づいてレーザービーム L の光量が立ち下げられ、これによりビット幅の変化によりマスターキー KM が記録される。さらにこのビット幅の変化に伴い、ビット長が変化して形成される。

【0086】これによりこの評価用の光ディスク63より得られる再生信号は、一定の光量によりビットが形成されている部分では、隣接ビットの符号間干渉によりジッタが観察されることになる。またビット幅が変化する部分については、隣接ビットの符号間干渉に加えてビット長の変化により、大きなジッタが発生することになる。またこのビット幅が変化する部分については、再生信号の振幅が大きく変化する、アシンメトリーも激しく変化するようになる。

【0087】従ってこの光ディスク63より得られる再

生信号は、前後のビット及びランドの形状に対応する変調信号の変化パターン、露光時のレーザービーム光量に応じて、スライスレベルを横切るタイミングが変化する、この再生信号より生成される再生クロックにおいては大きなジッタが発生することになる。

【0088】この光ディスク63は、再生装置64により再生され、再生信号 RF がデジタルオシロスコープ66によりデジタル信号に変換された後、コンピュータ65により2値化信号、復号信号、再生クロックが生成される。さらに光ディスク63は、2値化信号の各エッジ毎に、復号信号より前後のビット及びランドが検出されて変調信号の変化パターンが検出され、各変化パターン毎に、再生クロックに対する各エッジのジッタ量が時間計測される。

【0089】さらにレーザービームの光量を立ち下げた場合と、一定値に保持した場合とで、これら時間計測結果が各変化パターン毎に平均値化され、レーザービームの各光量によるジッタ量が符号間干渉によるジッタ量と共に各変化パターン毎に検出される。光ディスク63は、このようにして検出したジッタ量により、遅延回路56(図5)のタップ間遅延時間差 τ を基準にした

(1)式の演算処理が実行され、遅延回路56のセンタータップを基準にして、この検出したジッタ量を打ち消すことができる遅延回路56のタップ位置が検出される。さらに光ディスク63は、この検出したタップ位置を特定するデータが補正值データ DF としてリードオンリメモリに格納され、これにより遅延回路56のタップ間遅延時間差 τ をジッタ補正単位に設定して、補正值テーブル54が形成される。

【0090】このとき高レベルのレーザービーム光量に対応する補正值データ DF が、エッジ位置補正回路42Aの補正值テーブル54に記録され、また低レベルのレーザービーム光量に対応する補正值データ DF が、エッジ位置補正回路42Bの補正值テーブル54に記録される。

【0091】このようにして補正值テーブル54を形成すると、光ディスク記録装置30では、リードインエリアに記録するTOC等のデータが変調回路41に入力され、この変調回路41により所定のデータ処理を受け、基本周期 T を単位にして信号レベルが変化する変調信号 $S2$ に変換される。この変調信号 $S2$ は、エッジ位置補正回路42Aにおいて(図3)、信号レベルが TTL レベルに変換された後、PLL回路52によりクロック CK が再生される。またそれぞれ立ち上がりエッジ補正回路50A及び立ち下がりエッジ補正回路50Bにおいて(図5)、13段のラッチ回路53A~53Mで順次ラッチされて、変化パターンが検出される。

【0092】さらに変調信号 $S2$ は、このラッチ回路53A~53Mの中間のラッチ回路53Gよりモノステープルマルチバイレータ55に入力され、立ち上がりエ

ッジ補正回路50Aにおいては、立ち上がりエッジのタイミングで、立ち下がりエッジ補正回路50Bにおいては、立ち下がりエッジのタイミングで、モノステーブルマルチバイブレータ55の出力をトリガし、それぞれ立ち上がりエッジ及び立ち下がりエッジのタイミングで信号レベルが立ち上がる立ち上がりパルス信号及び立ち下がりパルス信号を生成する。

【0093】これら立ち上がりパルス信号及び立ち下がりパルス信号は、それぞれ立ち上がりエッジ補正回路50A及び立ち下がりエッジ補正回路50Bの遅延回路56において、補正值データDFの算出に利用された遅延時間 τ を単位にして順次遅延され、この遅延回路56のタップ出力がセクタ57に出力される。これに対してラッチ回路35A～35Mで検出された変調信号S2の変化パターンは、ラッチ回路35A～35Mのラッチ出力をアドレスにした補正值テーブル54のアクセスにより、対応する補正值データDFが検出され、この補正值データDFによりセクタ57の接点が切り換えられる。

【0094】これによりそれぞれ立ち上がりエッジ補正回路50A及び立ち下がりエッジ補正回路50Bのセクタ57から、評価用の光ディスク63で検出されたレーザービームLを高レベルにより照射した場合のジッタを補正するように、変調信号S2の立ち上がりエッジ及び立ち下がりエッジのタイミングをそれぞれ補正してなる立ち上がりエッジ信号SS及び立ち下がりエッジ信号SRが出力され、これら立ち上がりエッジ信号SS及び立ち下がりエッジ信号SR(図3)が、フリップフロップ59により合成される。さらにこのフリップフロップ59の出力信号S5がレベル逆変換回路60により信号レベルの補正を受け、これにより評価用の光ディスク63で検出したレーザービームLを高レベルにより照射した場合のジッタを補正するように、すなわち符号間干渉を低減するように、変調信号S2のエッジのタイミングを補正してなる変調信号S1Aが生成される。

【0095】同様にして、変調信号S2は、エッジ位置補正回路42Bにおいて、変化パターンが検出され、この変化パターンに対応する補正值データDFにより立ち上がりエッジ信号SS及び立ち下がりエッジ信号SRが生成され、これら立ち上がりエッジ信号SS及び立ち下がりエッジ信号SRがフリップフロップ59により合成される。これにより変調信号S2は、エッジ位置補正回路42Bにおいて、評価用の光ディスク63で検出したレーザービームLを低レベルにより照射した場合のジッタを補正するように、すなわちレーザービーム光量の立ち下げに伴うビット長の変化を打ち消すように、また符号間干渉を低減するように、変調信号S2のエッジのタイミングを補正してなる変調信号S1Bが生成される。

【0096】これに対して光ディスク記録装置30では、このリードインエリアの処理の際に、所定のコント

ローラより暗号化用のマスターキーKMのデータがCRC回路43に入力され、ここでこのマスターキーKMのデータに誤り訂正符号が付加される。さらにこのマスターキーKMのデータ及び誤り訂正符号がPE変調回路44においてシリアルデータ列に変換された後、PR変調され、その変調データD3がレベル切り換え回路45に入力される。

【0097】さらにレベル切り換え回路45によりこの変調データD3に応じて制御信号SC1の信号レベルが切り換えられ、これにより変調データD3に応じてレーザービームLの光量が高レベルより低レベルに切り換えられる。これによりディスク原盤31においては、光ディスクのリードインエリアに対応する領域において、マスターキーKMのデータに応じてビット幅が変化するように露光される。

【0098】このとき光ディスク記録装置30では、レーザービームLの光量を低レベルに設定する期間の間、データセクタ46において、エッジ位置補正回路42Bより出力される変調信号S1Bが選択され、これ以外の期間においては、エッジ位置補正回路42Aより出力される変調信号S1Aが選択出力される。

【0099】これによりディスク原盤31においては、光ディスクのリードインエリアに対応する領域において、マスターキーKMのデータに応じてビット幅が変化するように露光され、さらにこのビット幅の変化に伴うビット長の変化を防止するように露光のタイミングが補正される。また隣接ビットによる符号間干渉を低減するように露光のタイミングが補正される。

【0100】このようにしてリードインエリアが露光されると、ディスク原盤31は、続くユーザーエリアが露光される。このとき光ディスク記録装置30では、MP EGによるビデオデータD1がデコード40に順次入力される。この入力データD1は、デコード40においてマスターキーKMのデータによりスクランブル処理されて暗号化された後、続いて変調回路41により変調信号S2に変換され、リードインエリアにTOCデータ等を記録する場合と同様に、この変調信号S2のエッジのタイミングを補正してなる変調信号S1A及びS1Bが生成される。

【0101】さらにこの入力データD1は、レベル切り換え回路45によりレーザービームLの光量が高レベルに保持された状態で、データセクタ46により変調信号S1Aが選択され、この変調信号S1A(S1)により順次ディスク原盤31が露光されることによりディスク原盤31に記録される。これにより光ディスク記録装置30では、マスターキーKMを基準にして暗号化したデータD1が、一定のビット幅により、隣接ビットによる符号間干渉を低減するようにビット長が補正されて記録される。

【0102】かくしてこのようにして露光されたディス

ク原盤 31 より光ディスクが生産され、この光ディスク H が再生装置 70 (図 10) により再生される。これにより光ディスク H は、マスターキー KM により暗号化処理されたビデオデータ D1 がユーザーエリア HV に記録され、またこのマスターキー KM のデータがリードインエリア HR に記録されることになる。さらにこれらのデータが隣接ビットからの符号間干渉を低減するように、隣接ビットとの組み合わせによるバターに応じて前エッジ及び後エッジの位置が補正されて、ビット長及びビット間隔により記録されることになる。さらにマスターキー KM においては、リードインエリア HR にビット幅の変化により記録され、さらにこのビット幅を切り換えたビットにおいては、ビット幅の変化によるビット長の変化を打ち消すように、前エッジ及び後エッジの位置が補正されることになる。

【0103】このような光ディスクより、物理的にビット形状を転写して光ディスクをコピーする場合、ビット形状の物理的な変化を避け得ず、これによりこのように補正したエッジ位置、さらにはビット幅の変化を正確に再現することが困難になる。これによりこの種のコピーによる光ディスクは、再生装置において、再生困難になる。

【0104】すなわち再生装置 70 においては、光ディスク H が装填されると、光ピックアップ P が光ディスク H の最内周に移動し、光ディスク H のリードインエリア HR より戻り光の光量に応じて信号レベルが変化する再生信号 RF を検出する。

【0105】この再生信号 RF は、2 値化回路 72 において、所定のスライスレベルによりスライスされ、2 値化信号 S7 に変換される。さらにこの 2 値化信号 S7 より PLL 回路 73 において再生クロック CK が生成され、復調回路 74 において、この再生クロック CK により 2 値化信号 S7 が順次ラッチされて再生データが生成される。さらにこの再生データが復調回路 74 において復調された後、続く ECC デコーダ 77 において、デインターリーブ処理、誤り訂正処理される。

【0106】この一連の処理において、図 12 に示すように、単に光量を切り換えてビット幅を変化させた光ディスクを再生する場合、基本周期 T に対応するタイミングにより信号レベルが変化するよう再生信号 RF を 2 値化するためのスライスレベル SL1 及び SL2 が露光時の光量に応じて変化することになる。

【0107】ところがこの実施の形態に係る光ディスク H では、ビット幅の変化によるビット長の変化を打ち消すように、前エッジ及び後エッジの位置が補正されていることにより、図 13 に示すように、一定のスライスレベル SL により再生信号 RF を 2 値化して、正しいタイミングにより 2 値化信号を生成することができる。すなわち光量の切り換えに伴う再生クロック CK のジッタを有効に回避することができるように、単一のスライスレ

ベルにより 2 値化信号を生成することができる。さらに符号間干渉についても、これを低減するようにエッジの位置が補正されていることにより、符号間干渉によるジッタも低減することができる。

【0108】なお図 12 において、85 [%] の光量により形成したビットからの再生信号を、100 [%] の光量により形成したビットに対するスライスレベル SL1 によりスライスした場合、例えば周期 3 T の再生信号のように、再生信号の振幅が小さな場合には、2 値化信号の信号レベル自体スライスレベルを横切らなくなり、これによりジッタが増大するだけでなく、この 2 値化信号より生成する再生データにビット誤りが発生することがわかる。

【0109】これに対してコピーによる場合、補正したエッジ位置、さらにはビット幅の変化を正確に再現することが困難なことから、正しいタイミングにより 2 値化信号 S7 の信号レベルが変化しなくなり、その分再生クロック CK にジッタが発生することになり、さらには再生データに誤り訂正困難なビット誤りが発生する。これにより再生装置 70 では、この種のコピーによる光ディスクについては再生することが困難になる。

【0110】かくするにつき、このようにして生成された 2 値化信号 S7 は、再生信号 RF、再生クロック CK と共にマスターキー検出回路 79 に入力され、ここでビット幅の変化により記録されたマスターキー KM が再生される。すなわちマスターキー検出回路 79 において、2 値化信号 S7 は、再生クロック CK により順次ラッチされて連続する 10 サンプルの信号レベルが検出され、アンド回路 82 A ~ 82 F におけるこれら 10 サンプルの論理演算により周期 6 T 以上のビットが検出される。

【0111】さらに検出した周期 6 T 以上のビットのタイミングで再生信号 RF の信号レベルがラッチ回路 87 により検出された後、PE 復調回路 89 において、検出した信号レベルを処理することにより、マスターキー KM のデータが復調される。これにより再生装置 70 では、デコーダ 91 において、この再生したマスターキー KM のデータにより、ECC デコーダ 77 より出力される再生データが順次デスクランブル処理され、元のデータ D1 が復調される。

【0112】このときこのようにして再生されたデータ D1 を記録して生成されるコピーの光ディスクについては、ビット幅の制御が困難なことから、マスターキー KM のデータを再生することが困難で、これによりこのようなコピーについても、再生困難にすることができる。またマスターキー KM を解析して、マスターキー KM を記録していないコピーによる光ディスクを再生可能に設定しても、必要に応じてこのマスターキー KM を変更することにより、このような場合についてもコピーによる光ディスクを排除することができる。

【0113】以上の構成によれば、メインデータでなる

入力データ D1 をマスターキー KM により暗号化し、符号間干渉によるジッタを低減するようにタイミングを補正してビット長及びビット間隔により記録する記録すると共に、ビット幅によりこのマスターキーを記録することにより、違法なコピーについては、再生装置側で再生困難に設定することができ、この種の違法なコピーを排除することができる。また所望のデータを高密度に記録した場合でも、これらのデータを確実に再生することができ、さらには違法なコピーを再生装置側で再生困難に設定することができ、この種の違法なコピーを排除することができる。

【0114】さらに周期 6T 以上のビットについて、ビット幅の変化に伴う再生信号の信号レベルを選択的に検出したことによりビット幅の変化を確実に検出してビット幅により記録したマスターキーを確実に再生することができる。

【0115】(2) 第 2 の実施の形態

図 14 は、本発明の第 2 の実施の形態に係る情報伝送経路を図 1 との対比により示すブロック図である。この実施の形態では、ディスクキー KD、タイトルキー KT をマスターキー KM により階層的に暗号化して光ディスク 101 に記録し、また第 1 の実施の形態と同様にしてマスターキー KM を記録する。

【0116】この図 14 に示す構成によれば、ディスクキー KD、タイトルキー KT をマスターキー KM により階層的に暗号化して光ディスク 101 に記録し、また第 1 の実施の形態と同様にしてマスターキー KM を記録することにより、第 1 の実施の形態の効果に加えて、ディスク制作者、著作物の作成者の立場を加味して違法なコピーを排除することができる。

【0117】(3) 第 3 の実施の形態

図 15 は、第 3 の実施の形態に係る光ディスクを示す分解斜視図である。この光ディスク 102 は、図 16 に示すように、ディスク基板 102A 及び 102B に所定の反射膜 103A 及び 103B を形成した後、このディスク基板 102A 及び 102B を積層し、保護膜 104 を付着して形成される。

【0118】このとき光ディスク 102 は、保護膜 104 を上層側としたとき、下層のディスク基板 102A に付着する反射膜 103A が波長選択性を有する反射膜により形成される。すなわちこの反射膜 103A は、この反射膜 103A による情報記録面を処理対象にしてなる波長 650 [nm] のレーザービーム L1 に対しては、高い反射率を示し、この上層の反射膜 103B による情報記録面を処理対象にしてなる波長 780 [nm] のレーザービーム L2 に対しては、光透過性を示すようになっている。

【0119】これにより光ディスク 102 は、下層のディスク基板 102A 側よりそれぞれ波長 650 [nm] 及び 780 [nm] のレーザービーム L1 及び L2 を照

射して、各反射膜 103A 及び 102B からの戻り光を受光できるようになされている。かくするにつき、この上層の反射膜 103B を対象にしてなる波長 780 [nm] のレーザービーム L2 は、第 1 の実施の形態に係る光ディスク H の再生装置 70 と同一波長である。

【0120】各ディスク基板 102A 及び 102B は、例えばポリカーボネート等の透明樹脂を射出成形して、一般の光ディスクに比して、それぞれ板厚が 1/2 に形成され、この成形に使用されるスタンプが、第 1 の実施の形態に係る光ディスクの場合と同様に、ビット幅の変化により所望のキーデータが記録され、また各ビットのエッジが補正されて形成されるようになされている。

【0121】このうち上層側のディスク基板 102B は、上述の第 1 の実施の形態と同一のフォーマットにより MPEG によるビデオデータをマスターキー KM により暗号化して、このマスターキー KM と共に記録して形成される。これによりこの光ディスク 102 は、上述の再生装置 70 により再生して、上層側のディスク基板 102B に記録したビデオデータを再生できるようになされ、上述した光ディスク H と互換性を維持できるようになされている。

【0122】これに対して下層側のディスク基板 102A は、この上層側のディスク基板 102B に記録したビデオデータの符号化前の映像信号を、ディスク基板 102B 側に比して高画質の符号化処理により符号化処理し、その結果得られるビデオデータが、ディスク基板 102B 側に比して高密度に記録される。さらにこのとき下層側のディスク基板 102A は、マスターキー KM に代えて、第 2 のマスターキー KMA がビット幅の変化によりリードインエリアに記録され、図 17 に示すように、上層側のディスク基板 102B に記録したマスターキー KM に対して、このマスターキー KM 及び第 2 のマスターキー KMA に基づいてビデオデータ D3 が暗号化される。

【0123】すなわちこの図 17 は、ビデオデータ D3 のエンコーダを示し、このエンコーダ 110 では、15 段のシフトレジスタ 111 に所定のキーデータをプリセットする。ここでこのシフトレジスタ 111 に設定されるキーデータは、マスターキー KM の下位 4 ビットのデータに従って、事前に設定された複数種類のキーデータより選択したキーデータが割り当てられる。シフトレジスタ 111 は、ビデオデータ D3 のビットクロックに同期してこのキーデータを順次転送し、イクスクループオア回路構成の加算回路 112 に、最終段より出力する。またイクスクループオア回路構成の加算回路 113 に、この最終段の出力と、この最終段に続くレジスタ出力とを出力し、この加算回路 113 の出力を先頭段のレジスタに入力する。これによりシフトレジスタ 111 においては、プリセット値のキーデータを順変更しながら加算回路 112 に出力するようになされ、事前に設定

された複数種類のキーデータにおいては、このように巡回加算しても一定値に収束しないように、データ値が設定されるようになされている。

【0124】これに対してシフトレジスタ114は、r段のレジスタを直列接続して形成され、ビデオデータD3のビットクロックに同期して保持したデータを順次転送し、イクスクルーシブオア回路構成の加算回路112に最終段より出力する。またイクスクルーシブオア回路構成の加算回路115に、この最終段の出力と、この最終段に続くレジスタ出力とを出力し、この加算回路115の出力を先頭段のレジスタに入力する。これによりシフトレジスタ111においては、プリセットされたデータを順変更しながら加算回路112に出力するようになされている。

【0125】さらにシフトレジスタ114は、r段のレジスタのうち、m段のレジスタにマスターキーKMのmビットのデータがプリセット値として設定され、残るn台のレジスタに第2のマスターキーKMAのnビットがプリセット値として設定されるようになされている。これによりこの光ディスク102では、単に下層のディスク基板102Aに反射膜103Aを作成しただけの構成では、暗号解読のためのキーデータを検出できないようになされている。

【0126】かくするにつき加算回路112は、シフトレジスタ111及び114の出力データを加算して続く加算回路116に出力する。加算回路116は、イクスクルーシブオア回路により構成され、ビデオデータD3をシリアルデータ形式で入力し、加算回路112の出力データと加算して出力する。エンコーダ110は、この出力データをパラレルデータに変換して出力し、光ディスク102では、この出力データが誤り訂正符号と共にインタリーブ処理された後、変調信号に変換されて順次ビットが形成される。

【0127】これに対してこの光ディスク102の専用の再生装置においては、光ディスク102が装填されると、それぞれ反射膜103A及び103Bに対応するレーザービームを照射して、その戻り光よりビット幅の変化により記録されたマスターキーKM、KMAを再生する。さらにこの再生したマスターキーKM、KMAにより図17のエンコーダと同一構成のデコーダにそれぞれマスターキーKMの下位4ビットにより指定されたキーデータ、マスターキーKMのmビット、マスターキーKMAのnビットによるキーデータをセットする。

【0128】さらにユーザーエリアにおいては、反射膜103Aより戻り光を受光して再生信号を得、この再生信号を処理して再生データを生成する。さらにこの再生データをデインタリーブ、誤り訂正処理した後、このデコーダにより暗号化を解除する。

【0129】この第3の実施の形態に係る構成によれば、一種類の光ディスクで、異なるフォーマットにより

ビデオ素材を提供することができ、このとき高画質の符号化処理によりビデオ素材を記録したディスク基板102Aについて、単一のディスク基板によりコピーを作成した場合に、このコピーを有効に排除することができる。

【0130】(4) 他の実施の形態

なお上述の実施の形態においては、光ディスクの反射膜103A及び103Bに記録するデータに対してそれぞれマスターキーKM、KMAにて暗号化する場合について述べたが、本発明はこれに限らず、例えば反射膜103Aに記録するマスターキーにて反射膜103Bに記録するデータを符号化し、これとは逆に反射膜103Bに記録するマスターキーにて反射膜103Aに記録するデータを暗号化してもよい。

【0131】また上述の実施の形態においては、各ディスク基板において、1のマスターキーをビット幅により記録する場合について述べたが、本発明はこれに限らず、複数種類のキーデータを記録して、選択的に使用してもよい。なおこの場合、これら複数のキーデータをディスクキー、タイトルキー等に振り分けてもよい。さらには再生装置側において、これら複数のキーデータを種々に演算処理して、その結果得られるデータをキーデータとして暗号化したデータを復号できるようにしてもよい。

【0132】さらに上述の実施の形態においては、リードインエリアに暗号解読用のキーデータを記録する場合について述べたが、本発明はこれに限らず、ユーザーエリア等に記録してもよい。

【0133】また上述の実施の形態においては、リードインエリアに記録した暗号解読用のキーデータを直接使用して、又はリードインエリアに記録したマスターキーを参考にして暗号化したデータを復号する場合について述べたが、本発明はこれに限らず、例えばビット幅により、又はビット長及び間隔により記録した複数種類のキーデータを、ビット幅により記録したデータにより特定する場合等にも広く適用することができる。

【0134】さらに上述の実施の形態においては、レーザービームの光量を2段階で切り換えてビット幅を変調する場合について述べたが、本発明はこれに限らず、実用上十分にビット幅の変化を識別できる場合、レーザービームの光量を多段階で切り換えてビット幅を変調してもよい。

【0135】また上述の実施の形態においては、単にビット幅の変化により、リードインエリアに繰り返しマスターキーを記録する場合について述べたが、本発明はこれに限らず、このビット幅の変化によるマスターキー等の記録を、レーザービーム照射位置に応じて所定領域についてだけ実行するようにしてもよい。この場合、例えば光ディスクの回転に同期したタイミングで、ビット幅の変化によるマスターキー等を間欠的に記録すれば、光

ディスクの反射面において、放射状に広がるバーコード状の模様を形成することができ、この模様の有無により違法コピーか否か判定することができる。またメーカー名等の図形模様を反射面に形成することもできる。

【0136】さらに上述の実施の形態においては、単に暗号解読用のキーデータをビット幅の変調により記録する場合について述べたが、本発明はこれに限らず、ユーザーにとっては不要の光ディスクの仕向け地等のデータを併せて記録するようにしてもよい。

【0137】また上述の実施の形態においては、評価用の光ディスクにより作成した補正值テーブルを直接使用して光ディスクを作成する場合について述べたが、本発明はこれに限らず、評価用の光ディスクにより作成した補正值テーブルを用いて改めて評価用の光ディスクを作成し、この改めて作成した評価用の光ディスクにより補正值テーブルを修正してもよい。このように繰り返し補正值テーブルを修正すれば、その分確実にジッタを低減することができる。

【0138】また上述の実施の形態においては、変調信号を13サンプリングして変化パターンを検出する場合について述べたが、本発明はこれに限らず、必要に応じてサンプリング数を増大してもよく、これにより長い記録情報パターンに対応することができる。

【0139】さらに上述の実施の形態においては、基本のクロックを基準にした2値化信号の時間計測によりジッタ量を計測し、この計測結果より補正值データを生成する場合について述べたが、本発明はこれに限らず、実用上十分な精度を確保できる場合は、この時間計測によるジッタ量の計測に代えて、基本のクロックを基準にした再生信号の信号レベル検出により補正值データを生成してもよい。なおこの場合、検出した再生信号の信号レベルよりスライスレベルまでの誤差電圧を計算し、この誤差電圧と再生信号の過渡応答特性により補正值データを算出することになる。

【0140】また上述の実施の形態においては、テーブル化した補正值データに従って変調信号のタイミングを補正する場合について述べたが、本発明はこれに限らず、実用上十分な精度を確保できる場合は、予め検出した補正值データに代えて、演算処理により補正值データを算出し、これにより変調信号のタイミングを補正してもよい。

【0141】さらに上述の実施の形態においては、評価用の光ディスクにより補正值データを算出する場合について述べたが、本発明はこれに限らず、例えばライトワンス型の光ディスク記録装置に適用する場合は、いわゆる試し書き領域における試し書き結果に基づいて補正值データを算出してもよい。

【0142】さらに上述の実施の形態においては、MP E G方式のビデオデータを記録する場合について述べたが、本発明はこれに限らず、ディスク基板102Aに例

えば16ビットで量子化されたデジタルオーディオ信号を記録し、ディスク基板102Bにサンプリング周波数 $2.8224 \text{ [MHz]} (44.1 \text{ [kHz]} \times 64 \text{ 倍})$ によりサンプリングして量子化した1ビットデジタルオーディオ信号を記録してもよい。

【0143】また上述の実施の形態においては、本発明を光ディスクに適用した場合について述べたが、本発明はこれに限らず、ビットにより種々のデータを記録する光ディスク記録装置、さらには熱磁気記録の手法を適用してマークにより種々のデータを記録する光ディスク記録装置に広く適用することができる。因みに、再生信号の過渡応答特性の相違により種々のデータを多値記録するようになされた光ディスク記録装置にも広く適用することができる。

【0144】

【発明の効果】上述のように本発明によれば、メインデータを暗号化するキーデータをレーザービームの光量を変化させることでビット幅方向に変調して光記録媒体に記録し、さらにこのキーデータにより暗号化したメインデータを符号間干渉によるジッタを低減するようにタイミングを補正して記録することにより、不正コピーによる光記録媒体の複製を防止する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態に係る光ディスクにおける情報伝送経路を示すブロック図である。

【図2】図1のディスク制作側において使用される光ディスク記録装置を示すブロック図である。

【図3】図2の光ディスク記録装置のエッジ位置補正回路を示すブロック図である。

【図4】図3のエッジ位置補正回路の動作の説明に供する信号波形図である。

【図5】図1の光ディスク記録装置の立ち上がりエッジ補正回路を示すブロック図である。

【図6】図2の光ディスク記録装置における補正值テーブルの作成工程を示す工程図である。

【図7】100〔%〕のレーザービームの光量によるビットからの再生信号を示す信号波形図である。

【図8】85〔%〕のレーザービームの光量によるビットからの再生信号を示す信号波形図である。

【図9】図6の工程におけるコンピュータの処理手順を示すフローチャートである。

【図10】図1の経路による再生装置を示すブロック図である。

【図11】図10の再生装置におけるマスターキー検出回路を示すブロック図である。

【図12】光量の相違によるスライスレベルの変化を示す信号波形図である。

【図13】図12との対比により図10の再生装置による再生信号を示す信号波形図である。

【図14】本発明の第2の実施の形態に係る光ディスク

における情報伝送経路を示すブロック図である。

【図15】本発明の第3の実施の形態に係る光ディスクを示す分解斜視図である。

【図16】図15の光ディスクの断面図である。

【図17】図14の光ディスクに適用されるエンコーダを示すブロック図である。

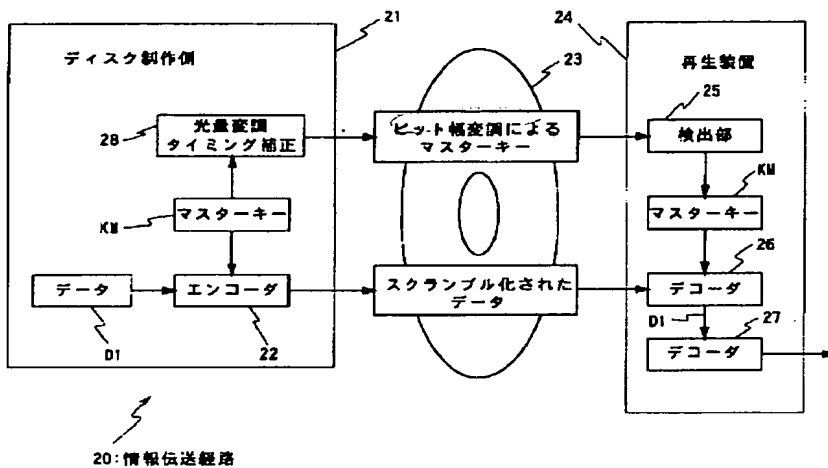
【図18】従来のコピー防止システムを示すブロック図である。

【図19】従来の他のコピー防止システムを示すブロック図である。

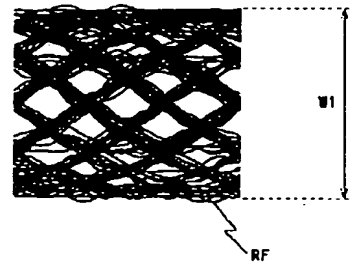
【符号の説明】

20、100……情報伝送経路、5、11、23、63、102、102H……光ディスク、24、64、70……再生装置、30……光ディスク記録装置、42A、42B……エッジ位置補正回路、45……レベル切り換え回路、46……データセクタ、54……補正值テーブル、79……マスターキー検出回路、KM……マスターキー、KD……ディスクキー、KT……タイトルキー

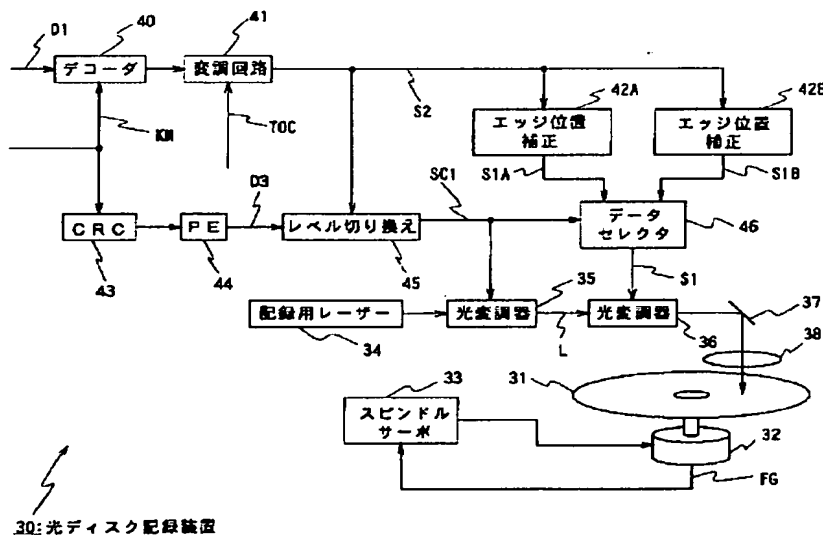
【図1】



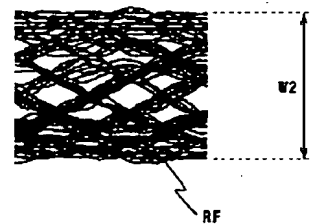
【図7】



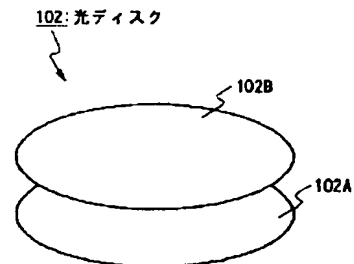
【図2】



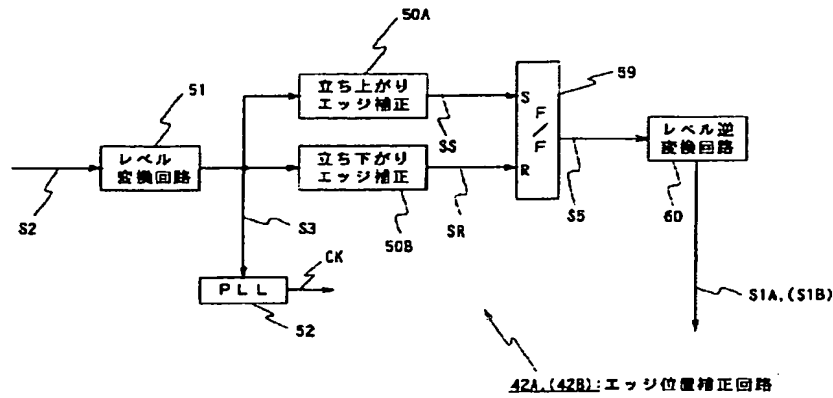
【図8】



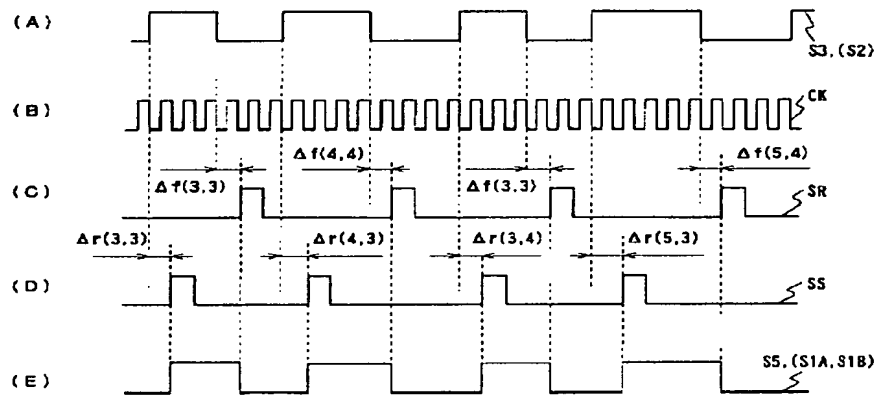
【図15】



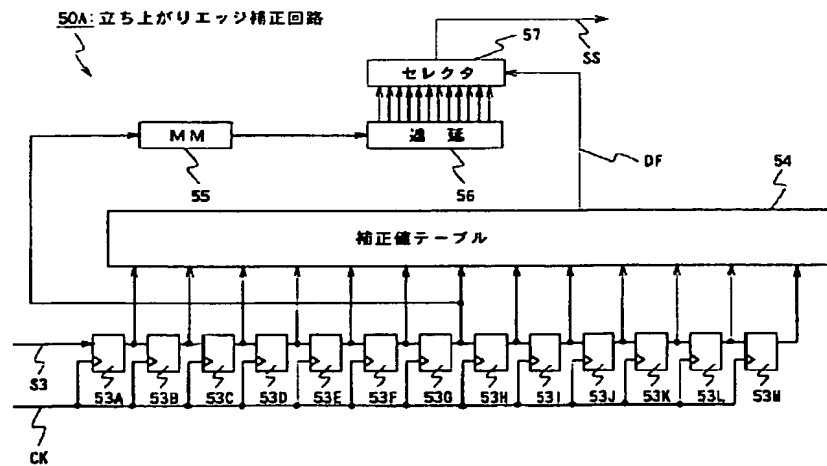
【図 3】



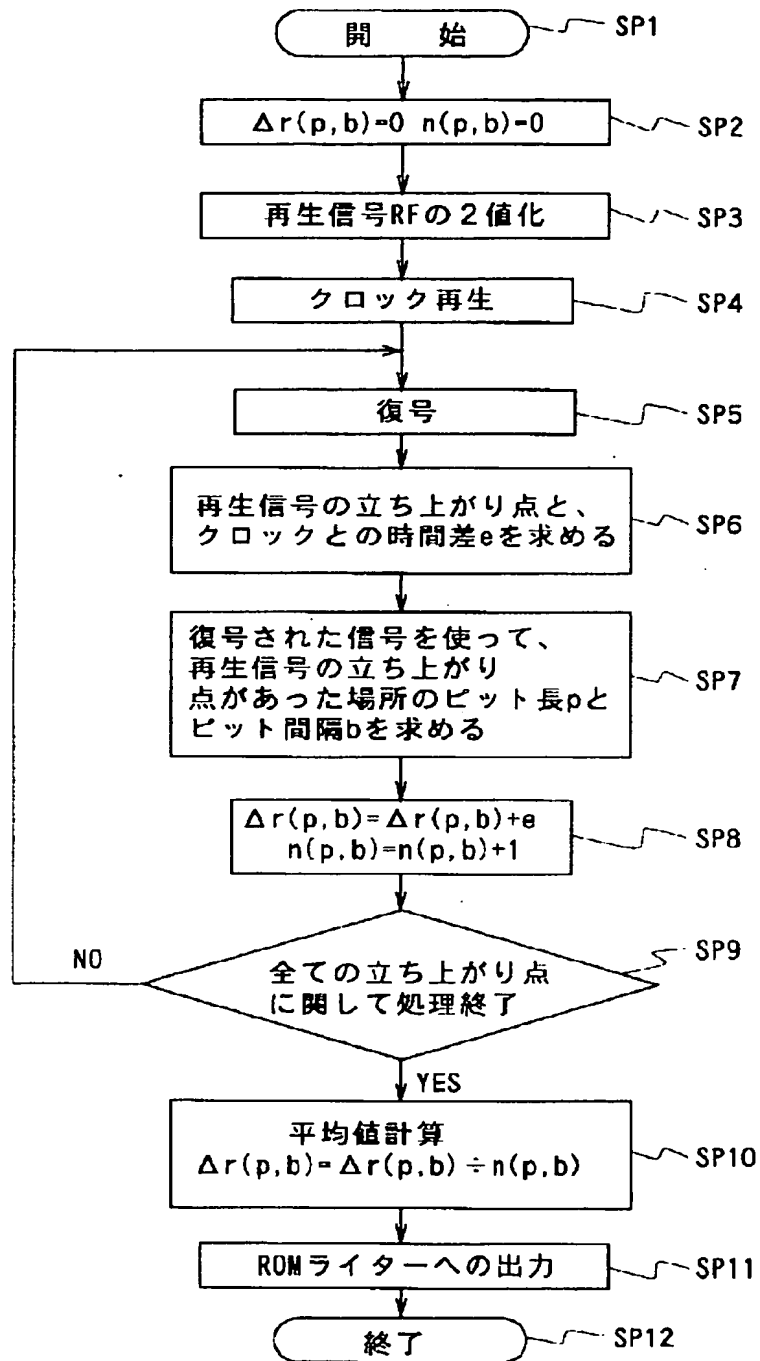
【図 4】



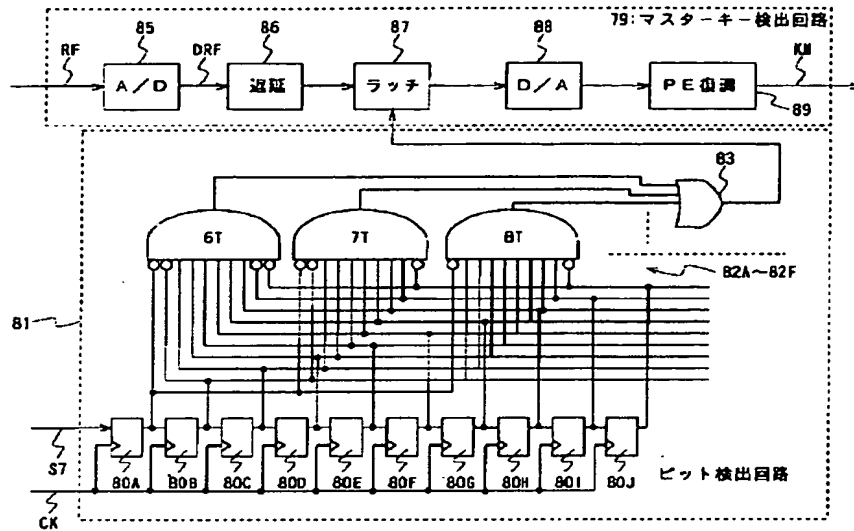
【図 5】



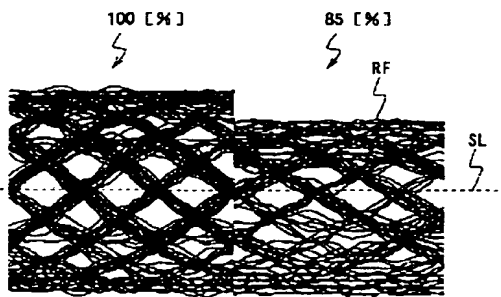
【図9】



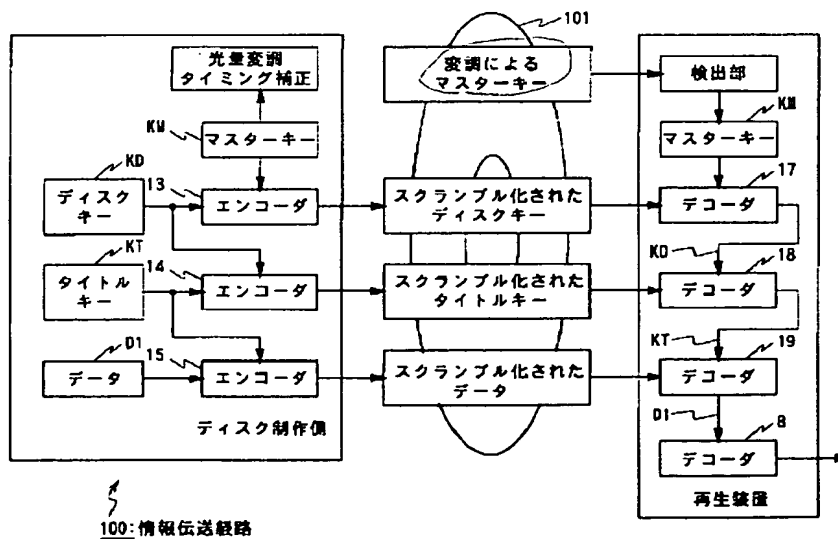
【図11】



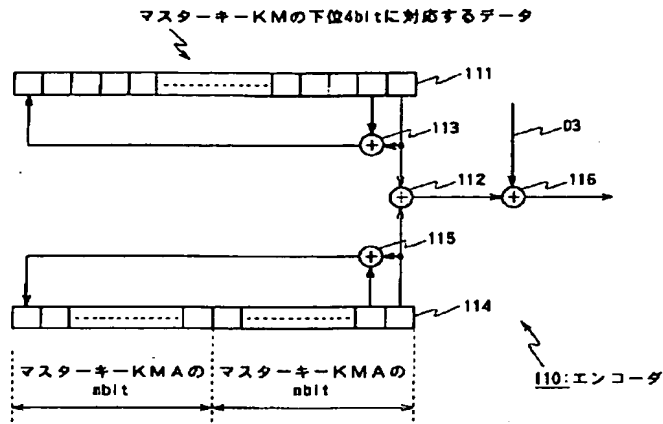
【図13】



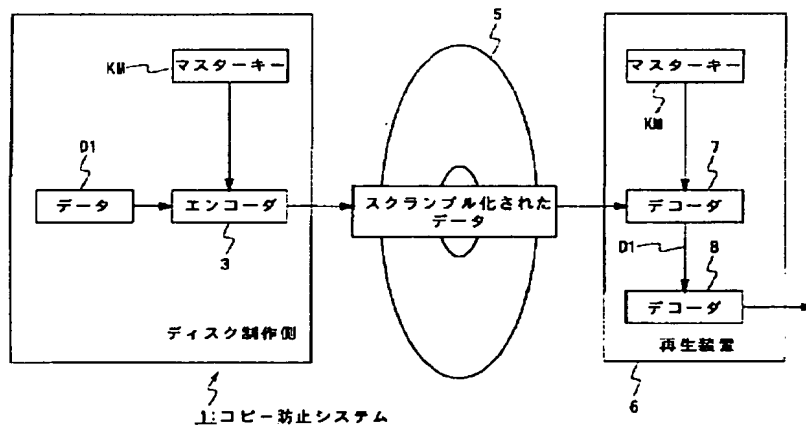
【図14】



【図17】



【図18】



【図19】

